

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-241640
(43)Date of publication of application : 08.09.2000

(51)Int.Cl.
G02B 6/12
G02B 1/10
G02B 6/13
G02F 1/313

(21)Application number : 11-215074 (71)Applicant : HITACHI CHEM CO LTD
HITACHI LTD
(22)Date of filing : 29.07.1999 (72)Inventor : MIYADERA NOBUO
TAKAHASHI TORU
HONDA YUTAKA
KOIBUCHI SHIGERU
IDO TATSUMI
TSUJI SHINJI
NAGARA TAKAMITSU

(30)Priority
Priority number : 10365950 Priority date : 24.12.1998 Priority country : JP

(54) OPTICAL ELEMENT, ITS MANUFACTURE, AND OPTICAL MODULE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To raise adhesiveness of a fluorocarbon resin coating to a substrate and improve reliability, by sequentially forming a coating of an organic zirconium compound, a coating of a resin containing no fluorine, and a coating of a polyimide-based resin containing fluorine on the substrate.

SOLUTION: A coating of an organic zirconium compound, a coating of a resin containing no fluorine, and a coating of a polyimide-based resin containing fluorine are sequentially formed on a substrate. As the resin containing no fluorine, various resins such as a polyimide-based resin, silicone-based resin, acrylic resin, polycarbonate-based resin, epoxy-based resin, polyamide-based resin, polyester-based resin, or phenol-based resin can be used. In an application requiring heat resistance, a polyimide-based resin or a polyquinoline-based resin is preferable. Film thickness of the resin containing no fluorine is preferably at most 10 µm, more preferably at most 1.0 µm.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-241640

(P2000-241640A)

(43)公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51)Int.Cl.

G 02 B 6/12
1/10
6/13
G 02 F 1/313

識別記号

F I

テ-73-ト*(参考)

G 02 B 6/12
G 02 F 1/313
G 02 B 1/10
6/12

N 2 H 0 4 7
2 K 0 0 2
Z 2 K 0 0 9
M

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平11-215074

(22)出願日 平成11年7月29日(1999.7.29)

(31)優先権主張番号 特願平10-365950

(32)優先日 平成10年12月24日(1998.12.24)

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000004455

日立化成工業株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 宮寺 信生

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社総合研究所内

(74)代理人 100071559

弁理士 若林 邦彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学素子、その製造法及び光モジュール

(57)【要約】

【課題】 光学装置用材料として用いられているフッ素を含むポリイミド系樹脂被膜の基板に対する接着性を上げることにより光学素子の信頼性を向上させる。

【解決手段】 基板表面上に、有機ジルコニウム化合物の被膜を形成後に、フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜を形成し、フッ素を含むポリイミド系樹脂被膜を形成して光学素子を得る。

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に有機ジルコニウム化合物の被膜、フッ素を含まない樹脂の被膜及びフッ素を含むポリイミド系樹脂の被膜が順次形成されていることを特徴とする光学素子。

【請求項2】基板表面上に有機ジルコニウム化合物の被膜を形成した上に、フッ素を含まない樹脂被膜を形成し、フッ素を含むポリイミド系樹脂被膜を形成する工程を備えることを特徴とする光学素子の製造法。

【請求項3】フッ素を含まない樹脂の膜厚が $1.0\mu\text{m}$ 以下である請求項1乃至2のいずれか一に記載の光学素子または光学素子の製造法。

【請求項4】フッ素を含まない樹脂の膜厚が $1.0\mu\text{m}$ 以下である請求項1乃至2のいずれか一に記載の光学素子または光学素子の製造法。

【請求項5】基板上に有機ジルコニウム化合物層、フッ素を含まない樹脂層及びフッ素を含むポリイミド系樹脂層が順次形成されて成るポリマー光導波路を有し、該ポリマー光導波路の一端若しくは両端にレーザ光源、受光素子または光ファイバのいずれかを配置していることを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フッ素を含むポリイミド系樹脂を用いた光学素子、その製造法及び光モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】フッ素を含むポリイミド系樹脂は、フッ素を含まないものに比べ、光の透過性が高い、屈折率が低いなどの特徴を有するために、光学装置に適用されている。例えば、特開平4-235506号公報には、表面が酸化シリコン膜で被覆されたシリコン基板の上に屈折率の異なる2種類のフッ素を含むポリイミド膜を形成してバターニングを行い光導波路を作製し光学装置を製造する方法が示されている。

【0003】このようにフッ素を含むポリイミドを用いることにより、ガラスなどの無機材料を用いるものに比べて簡便なプロセスで光学特性に優れた光学装置を得ることができる。しかしながら、フッ素を含むポリイミドは、膜を形成する基板表面のガラス、石英、シリコン、酸化シリコン、窒化シリコン、アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化タンタル、ガリウムヒ素などに対する接着性が低く長時間の使用における信頼性に問題があった。

【0004】上記問題点を解決する試みとして、特開平7-174930号公報には、基板表面上に有機ジルコニウム化合物の被膜を形成した上に、フッ素を含むポリイミド系樹脂被膜を形成する光学装置の製造法が示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、有機ジルコニウム化合物の被膜のみの形成では、接着性が不足する。特に、光通信設備に用いられる光学装置のように長期間にわたる信頼性が要求される用途では、プレッシャークリッカ試験(121℃、2気圧)などの加速試験で200時間以上剥離しないことが必要であり、この場合、接着性が不足する。また、接着性は、基板の種類、フッ素を含むポリイミド系樹脂被膜の樹脂の種類によつても異なり、例えば、基板とフッ素を含むポリイミド系樹脂被膜との熱膨張係数の差が大きい場合、フッ素の含量が多い樹脂被膜を用いた場合、樹脂被膜の全体の厚さが厚い場合などに接着性が不足する。本発明は、光学装置用材料として用いられているフッ素を含むポリイミド系樹脂被膜の基板に対する接着性を上げることにより信頼性を向上させた光学素子、その製造法及び光モジュールを提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の光学素子は、基板上に有機ジルコニウム化合物の被膜、フッ素を含まない樹脂の被膜及びフッ素を含むポリイミド系樹脂の被膜が順次形成されているものである。本発明の光学素子の製造法は、基板表面上に有機ジルコニウム化合物の被膜を形成した上に、フッ素を含まない樹脂被膜を形成し、フッ素を含むポリイミド系樹脂被膜を形成する工程を備えることを特徴とする。フッ素を含まない樹脂の膜厚は $1.0\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $1.0\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。本発明の光モジュールは、基板上に有機ジルコニウム化合物層、フッ素を含まない樹脂層及びフッ素を含むポリイミド系樹脂層が順次形成されて成るポリマー光導波路を有し、該ポリマー光導波路の一端若しくは両端にレーザ光源、受光素子または光ファイバのいずれかを配置していることを特徴とする。

【0007】本発明は、基板、有機ジルコニウム化合物の被膜、フッ素を含まない樹脂被膜、フッ素を含むポリイミド系樹脂被膜が順次配置された構成とすることで、上記の問題点を解決し接着性に優れ、長時間使用しても安定な光学素子を提供するものである。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明で光学素子とは、基板として、ガラス、石英等の無機材料、シリコン、ガリウムヒ素、アルミニウム、チタン等の半導体や金属材料、ポリイミド、ポリアミド等の高分子材料、またはこれらの材料を複合化した材料を用いて、これら基板の上に、光導波路、光合波器、光分波路、光減衰器、光回折器、光増幅器、光干渉器、光フィルタ、光スイッチ、波長変換器、発光素子、受光素子あるいはこれらが複合化されたものなどを形成したものを指す。上記の基板上には、発光ダイオード、フォトダイオード等の半導体装置や金属膜が形成されることもあり、更に基板の保護や屈折率調整などのために、基板上に酸化シリコン、窒化シリコ

ン、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化タンタルなどの被膜が形成されることもある。

【0009】本発明で使用される有機ジルコニウム化合物としては、ジルコニウムエステルおよびジルコニウムキレート化合物が好ましい。

【0010】ジルコニウムエステルとしては、テトラブロピルジルコネート、テトラブチルジルコネートなどが挙げられ、ジルコニウムキレート化合物としては、テトラキス（アセチルアセトネート）ジルコニウム、モノブトキシトリス（アセチルアセトネート）ジルコニウム、ジブトキシビス（アセチルアセトネート）ジルコニウム、トリブトキシアセチルアセトネートジルコニウム、テトラ（エチルアセチルアセテート）ジルコニウム、モノブトキシトリス（エチルアセチルアセテート）ジルコニウム、ジブトキシビス（エチルアセチルアセテート）ジルコニウム、トリブトキシエチルアセチルアセテート、テトラキス（エチルラクトネート）ジルコニウム、ビス（ビスマスアセチルアセトネート）ビスマス（エチルアセチルアセトネート）ジルコニウム、モノアセチルアセトネートトリス（エチルアセチルアセトネート）ジルコニウム、モノブトキシモノアセチルアセトネートビスマス（エチルアセチルアセトネート）ジルコニウムなどが挙げられる。ジルコニウムエステルおよびジルコニウムキレート化合物のいずれの場合でも、被膜形成時に酸化ジルコニウムを含むものであれば、これらの例示したものに限られるものではない。上記の化合物は、単独または混合して使用することができる。

【0011】有機ジルコニウム化合物は、メタノール、エタノール、ブタノール、ベンゼン、トルエン、N-メチル-2-ピロリドン、N, N-ジメチルアセトアミド、γ-ブチロラクトン等の有機溶剤、水などに溶解され、溶液としてスピinn塗布法などにより基板表面上に塗布され、70~400°Cで乾燥して被膜形成が行われる。有機ジルコニウム化合物の膜厚は、厚すぎると膜がもろくなるため3000オングストローム以下が好ましい。

【0012】本発明で用いられるフッ素を含まない樹脂としては、ポリイミド系樹脂、シリコーン系樹脂、アクリル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリエステル系樹脂、フェノール系樹脂等の種々の樹脂を用いることができる。基板との接着性のよい樹脂を用いる基板に応じて選択すればよい。素子の製造工程や使用環境などで耐熱性を要求される用途では、ポリイミド系樹脂、ポリキノリン系樹脂等ご好ましい。フッ素を含まない樹脂としては、窒素を含む樹脂が好ましい。

【0013】本発明で用いられるフッ素を含まないポリイミド系樹脂としては、ポリイミド樹脂、ポリ(イミド・イソイソドロキナゾリンジオニイミド)樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエステ

ルイミド樹脂などが挙げられる。本発明で用いられるフッ素を含まない樹脂は、フッ素原子を全く含まない樹脂の替わりにフッ素含量がフッ素を含むポリイミド系樹脂のフッ素含量に比べて十分低い樹脂を選択することができる。この場合には、フッ素含量は、フッ素を含むポリイミド系樹脂で形成されたコアの半分以下であることが好ましい。具体的には、フッ素含量が10wt%以下であることが好ましい。さらに、好ましくは、2wt%以下であることが好ましい。

【0014】本発明で用いられるフッ素を含むポリイミド系樹脂としては、フッ素を有するポリイミド樹脂、フッ素を有するポリ(イミド・イソイソンドロキナゾリンジオニミド)樹脂、フッ素を有するポリエーテルイミド樹脂、フッ素を有するポリアミドイミド樹脂などが挙げられる。ポリアミドイミド樹脂を得る場合には、塩化無水トリメリット酸などが用いられる。ポリイミド系樹脂の前駆体溶液は、N-メチル-2-ピロリドン、N,N-ジメチルアセトアミド、N-ブチロラクトン、ジメチルスルホキシドなどの極性溶媒中で、テトラカルボン酸二無水物とジアミンの反応により得られる。フッ素を有するテトラカルボン酸二無水物とジアミンとの反応により、フッ素を含むポリイミド系樹脂の前駆体溶液を製造することができる。テトラカルボン酸二無水物とフッ素を有するジアミンとの反応により、フッ素を含むポリイミド系樹脂の前駆体溶液を製造することができる。テトラカルボン酸二無水物とジアミンのいづれもがフッ素を有していない場合に、フッ素を含まないポリイミド系樹脂の前駆体溶液を製造することができる。

ル) ベンゼン二無水物、ビス(ジカルボキシフェノキシ)テトラキス(トリフルオロメチル)ベンゼン二無水物、2, 2-ビス{[(4-(3, 4-ジカルボキシフェノキシ)フェニル)ヘキサフルオロプロパン二無水物、ビス[(トリフルオロメチル)ジカルボキシフェノキシ]ビフェニル二無水物、ビス[(トリフルオロメチル)ジカルボキシフェノキシ]ビス(トリフルオロメチル)ビフェニル二無水物、ビス[(トリフルオロメチル)ジカルボキシフェノキシ]ジフェニルエーテル二無水物、ビス(ジカルボキシフェノキシ)ビス(トリフルオロメチル)ビフェニル二無水物

1, 4-ビス(2-ヒドロキシヘキサフルオロイソプロピル)ベンゼンビス(トリメリット酸無水物)、1, 3-ビス(2-ヒドロキシヘキサフルオロイソプロピル)ベンゼンビス(トリメリット酸無水物)、などが挙げられ、2種類以上を混合して用いてもよい。

【0016】フッ素を有しないテトラカルボン酸二無水物の例としては、ピロメリット酸二無水物、ベンゼン-1, 2, 3, 4-テトラカルボン酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ジフエニルテトラカルボン酸二無水物、2, 2', 3, 3'-ジフエニルテトラカルボン酸二無水物、2, 3, 3', 4'-ジフエニルテトラカルボン酸二無水物、p-ターフェニル-3, 4, 3", 4"-テトラカルボン酸二無水物、m-ターフェニル-3, 4, 3", 4"-テトラカルボン酸二無水物、1; 2, 5, 6-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、2, 3, 6, 7-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、1, 2, 4, 5-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、1, 4, 5, 8-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、2, 6-ジクロルナフタレン-1, 4, 5, 8-テトラカルボン酸二無水物、2, 7-ジクロルナフタレン-1, 4, 5, 8, テトラカルボン酸二無水物、2, 3, 6, 7-テトラクロルナフタレン-1, 4, 5, 8-テトラカルボン酸二無水物、2, 3, 5, 6-ピリジンテトラカルボン酸二無水物、3, 4, 9, 10-ペリレンテトラカルボン酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、2, 2', 3, 3'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、2, 3, 3', 4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ビフェニルエーテルテトラカルボン酸二無水物、4, 4'-スルホニルジフタル酸二無水物、3, 3', 4, 4'-テトラフェニルシランテトラカルボン酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ジフェニルエーテルテトラカルボン酸二無水物、1, 3-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)物、1, 1, 3, 3-テトラメチルジシロキサン二無水物、1, 1-(2, 3-ジカルボキシフェニル)-3-(3, 4-ジカルボキシフェニル)-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシロキサン二無水物、2, 2-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)プロパン二無水物、2, 2-ビス

(2, 3-ジカルボキシフェニル)プロパン二無水物、1, 1-ビス(2, 3-ジカルボキシフェニル)エタン二無水物。

【0017】1, 1-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)エタン二無水物、ビス(2, 3-ジカルボキシフェニル)メタン二無水物、ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)メタン二無水物、ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)スルホン二無水物、フェナシスレン-1, 8, 9, 10-テトラカルボン酸二無水物、ピラジン-2, 3, 5, 6-テトラカルボン酸二無水物、チオフエン-2, 3, 4, 5-テトラカルボン酸二無水物、ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)ジメチルシラン二無水物、ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)メチルフェニルシラン二無水物、ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)ジフェニルシラン二無水物、1, 4-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニルジメチルシリル)ベンゼン二無水物、1, 3-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシクロヘキサン二無水物、p-フェニルビス(トリメリット酸モノエステル酸無水物)エチレングリコールビス(トリメリット酸無水物)、ブロバンジオールビス(トリメリット酸無水物)、ブタンジオールビス(トリメリット酸無水物)、ベンタンジオールビス(トリメリット酸無水物)、ヘキサンジオールビス(トリメリット酸無水物)、オクタンジオールビス(トリメリット酸無水物)、デカシジオールビス(トリメリット酸無水物)、エチレンテトラカルボン酸二無水物、1, 2, 3, 4-ブタンテトラカルボン酸二無水物、デカヒドロナフタレン-1, 4, 5, 8-テトラカルボン酸二無水物、4, 8-ジメチル-1, 2, 3, 5, 6, 7-ヘキサヒドロナフタレン-1, 2, 5, 6-テトラカルボン酸二無水物、シクロペンタン-1, 2, 3, 4-テトラカルボン酸二無水物、

【0018】ピロリジン-2, 3, 4, 5-テトラカルボン酸二無水物、1, 2, 3, 4-シクロブタンテトラカルボン酸二無水物、ビス(エキソ-ビシクロ[2, 2, 1]ヘプタン-2, 3-ジカルボン酸無水物)スルホン

ビシクロ- (2, 2, 2) -オクト(7) -エン-2, 3, 5, 6-テトラカルボン酸二無水物、4, 4'-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)ジフェニルスルトイド二無水物、5-(2, 5-ジオキソテトラヒドロフリル)-3-メチル-3-シクロヘキセン-1, 2-ジカルボン酸無水物、テトラヒドロフラン-2, 3, 4, 5-テトラカルボン酸二無水物、などが挙げられ、2種類以上を混合して用いてもよい。

【0019】フッ素を有するジアミンの例としては、4-(1H, 1H, 11H-エイコサフルオロウンデカノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、4-(1H, 1H-ペーフルオロー-1-ブタノキシ)-1, 3-ジアミノカルボキシフェニル)プロパン二無水物、2, 2-ビス

ベンゼン、4-(1H, 1H-バーフルオロー-1-ヘプタノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、4-(1H, 1H-バーフルオロー-1-オクタノキシ)-1, 3-ジアミノベニゼン、4-ペントフルオロフェノキシ-1, 3-ジアミノベンゼン、4-(2, 3, 5, 6-テトラフルオロフェノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、4-(4-フルオロフェノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、4-(1H, 1H, 2H, 2H-バーフルオロー-1-ヘキサノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、
【0020】4-(1H, 1H, 2H, 2H-バーフルオロー-1-ドデカノキシ)-1, 3-ジアミノベンゼン、(2, 5-)ジアミノベンゾトリフルオライド、ビス(トリフルオロメチル)フェニレンジアミン、ジアミノテトラ(トリフルオロメチル)ベンゼン、ジアミノ(ペントフルオロエチル)ベンゼン、2, 5-ジアミノ(バーフルオロヘキシル)ベンゼン、2, 5-ジアミノ(バーフルオロブチル)ベンゼン、1, 4-ビス(4-アミノフェニル)ベンゼン、p-ビス(4-アミノ-2-トリフルオロメチルフェノキシ)ベンゼン、ビス(アミノフェノキシ)ビス(トリフルオロメチル)ベンゼン、ビス(アミノフェノキシ)テトラキス(トリフルオロメチル)ベンゼン、ビス{2-[アミノフェノキシ]フェニル}ヘキサフルオロイソプロピル}ベンゼン2, 2'-ビス(トリフルオロメチル)-4, 4'-ジアミノビフェニル、3, 3'-ビス(トリフルオロメチル)-4, 4'-ジアミノビフェニル、オクタフルオロベンジジン、ビス{トリフルオロメチル}アミノフェノキシ}ビフェニル、4, 4'-ビス(4-アミノ-2-トリフルオロメチルフェノキシ)ビフェニル、4, 4'-ビス(4-アミノ-3-トリフルオロメチルフェノキシ)ビフェニル、1, 4-ビス(アニリノ)オクタフルオロブタン、1, 5-ビス(アニリノ)デカフルオロペンタン、1, 7-ビス(アニリノ)テトラデカフルオロヘプタン、3, 3'-ジフルオロー-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5'-テトラフルオロー-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、2, 2'-ビス(トリフルオロメチル)-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ビス(トリフルオロメチル)-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、
【0021】3, 3', 5, 5'-テトラキス(トリフルオロメチル)-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジフルオロー-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3', 5, 5'-テトラキス(トリフルオロメチル)-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 3'-ジフルオロー-4, 4'-ジアミノジフェニルプロパン、3, 3', 5, 5'-テトラフルオロー-4, 4'-ジアミノジフェニルプロパン、3, 3'-ビス

(トリフルオロメチル) - 4, 4' -ジアミノジフェニルプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラ(トリフルオロメチル) - 4, 4' -ジアミノジフェニルプロパン、3, 3' -ジフルオロ-4, 4' -ジアミノジフェニルスルホン、3, 3', 5, 5' -テトラフルオロ-4, 4' -ジアミノジフェニルスルホン、3, 3' -ビス(トリフルオロメチル) - 4, 4' -ジアミノジフェニルスルホン、3, 3', 5, 5' -テトラキス(トリフルオロメチル) - 4, 4' -ジアミノジフェニルスルホン、4, 4' -ビス(4-アミノ-2-トリフルオロメチルフェノキシ)ジフェニルスルホン、4, 4' -ビス(3-アミノ-5-トリフルオロメチルフェノキシ)ジフェニルスルホン、3, 3' -ジフルオロ-4, 4' -ジアミノジフェニルスルフイド、3, 3' -ジフルオロ-4, 4' -ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5' -テトラフルオロ-4, 4' -ジアミノジフェニルスルフイド、3, 3' -ビス(トリフルオロメチル) - 4, 4' -ジアミノジフェニルスルフイド、
【0022】3, 3', 5, 5' -テトラキス(トリフルオロメチル) - 4, 4' -ジアミノジフェニルスルフイド、3, 3' -ジフルオロ-4, 4' -ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5' -テトラフルオロ-4, 4' -ジアミノベンゾフェノン、3, 3' -ビス(トリフルオロメチル) - 4, 4' -ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5' -テトラ(トリフルオロメチル) - 4, 4' -ジアミノベンゾフェノン、4, 4' -ジアミノ-p-テルフェニル、3, 3' -ジメチル-4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3' -ジメトキシ-4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3' -ジフルオロ-4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3' -ジクロロ-4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3' -ジブロモ-4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラメチル-4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラフルオロ-4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラエトキシ-4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラクロロ-4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラブロモ-4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラキス(トリフルオロメチル) - 4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン、
【0023】3, 3' -ビス(トリフルオロメチル) - 4, 4' -ジアミノジフェニルヘキサフルオロプロパン

ン、2, 2-ビス(4-アミノフェニル)ヘキサフルオロプロパン、1, 3-ビス(アニリノ)ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス[4-(4-アミノフェノキシ)フェニル]ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス[4-(3-アミノフェノキシ)フェニル]ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス[4-(2-アミノフェノキシ)フェニル]ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス[4-(4-アミノフェノキシ)-3, 5-ジメチルフェニル]ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス[4-(4-アミノフェノキシ)-3, 5-ジトリフルオロメチルフェニル]ヘキサフルオロプロパン、2, 2-ビス[4-(4-アミノ-3-トリフルオロメチルフェノキシ)フェニル]ヘキサフルオロプロパン、ビス[[(トリフルオロメチル)アミノフェノキシ]フェニル]ヘキサフルオロプロパン、1, 3-ジアミノ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-メチル-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-メトキシ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 3-ジアミノ-2, 4, 6-トリフルオロ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-クロロ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-プロモ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、

【0024】1, 2-ジアミノ-4-メチル-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-メトキシ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 2-ジアミノ-3, 4, 6-トリフルオロ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-クロロ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-プロモ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 4-ジアミノ-3-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-メチル-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-メトキシ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2, 3, 6-トリフルオロ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-クロロ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-プロモ-5-(パーフルオロノネニルオキシ)ベンゼン、1, 3-ジアミノ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-メチル-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-メトキシ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 3-ジアミノ-2, 4, 6-トリフルオロ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 3-ジアミノ-4-クロロ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、

ジアミノ-4-ブロモ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-メチル-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、

【0025】1, 2-ジアミノ-4-メトキシ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 2-ジアミノ-3, 4, 6-トリフルオロ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-クロロ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 2-ジアミノ-4-ブロモ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 4-ジアミノ-3-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-メチル-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-メトキシ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-クロロ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼン、1, 4-ジアミノ-2-ブロモ-5-(パーフルオロヘキセニルオキシ)ベンゼンなどが挙げられ、2種類以上を混合して用いてもよい。

【0026】フッ素を有しないジアミンの例としては、p-フェニレンジアミン、m-フェニレンジアミン、2, 6-ジアミノピリジン、1, 5-ジアミノナフタレン、2, 6-ジアミノナフタレン、ベンジジン、3, 3'-ジメチルベンジジン、3, 3'-ジメトキシベンジジン、3, 3'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジメトキシ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジエトキシ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラメチル-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラメトキシ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラエトキシ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラエトキシ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラクロロ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラブロモ-4, 4'-ジアミノベンゾフェノン、3, 3', 5, 5'-テトラエーテル、3, 3'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジメトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジエトキシ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジブロモ-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3,

3', 5, 5' -テトラメチル-4, 4' -ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5' -テトラエチル-4, 4' -ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5' -テトラメトキシ-4, 4' -ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5' -テトラエトキシ-4, 4' -ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5' -テトラクロロ-4, 4' -ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5' -テトラブロモ-4, 4' -ジアミノジフェニルエーテル、3, 3', 5, 5' -ジメチル-4, 4' -ジアミノジフェニルエーテル、

【0028】3, 3' -ジメトキシ-4, 4' -ジアミノジフェニルプロパン、3, 3' -ジエトキシ-4, 4' -ジアミノジフェニルプロパン、3, 3' -ジクロロ-4, 4' -ジアミノジフェニルプロパン、3, 3' -ジブロモ-4, 4' -ジアミノジフェニルプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラメチル-4, 4' -ジアミノジフェニルプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラメトキシ-4, 4' -ジアミノジフェニルプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラエトキシ-4, 4' -ジアミノジフェニルプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラクロロ-4, 4' -ジアミノジフェニルプロパン、3, 3', 5, 5' -テトラブロモ-4, 4' -ジアミノジ

4-スルホンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルメタン-3'-スルホンアミド、

【0030】3, 3'-ジアミノジフェニルメタン-4-スルホンアミド、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン-3-スルホンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルスルホン-4-スルホンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルスルホン-3'-スルホンアミド、3, 3'-ジアミノジフェニルスルホン-4-スルホンアミド、4, 4'-ジアミノジフェニルサルファイド-3-スルホンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルサルファイド-4-スルホンアミド、3, 3'-ジアミノジフェニルサルファイド-4-スルホンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルサルファイド-3'-スルホンアミド、1, 4-ジアミノベンゼン-2-スルホンアミド、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル-3-カルボンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルエーテル-4-カルボンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルエーテル-3'-カルボンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルメタン-4-カルボンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルメタン-3'-カルボンアミド、3, 3'-ジアミノジフェニルメタン-4-カルボンアミド、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン-3-カルボンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルスルホン-4-カルボンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルスルホン-3'-カルボンアミド、3, 3'-ジアミノジフェニルスルホン-4-カルボンアミド、4, 4'-ジアミノジフェニルサルファイド-3-カルボンアミド、3, 4'-ジアミノジフェニルサルファイド-4-カルボンアミド、3, 3'-ジアミノジフェニルサルファイド-4-カルボンアミド、4, 4'-ジアミノジフェニルサルファイド-3-カルボンアミド、3, 4'-ジアミノベンゼン-2-カルボンアミド、4-アミノフェニル-3-アミノ安息香酸、

【0031】2, 2-ビス(4-アミノフェニル)プロパン、ビス-(4-アミノフェニル)ジエチルシラン、ビス-(4-アミノフェニル)ジフェニルシラン、ビス-(4-アミノフェニル)エチルホスフインオキサイド、ビス-(4-アミノフェニル)-N-ブチルアミン、ビス-(4-アミノフェニル)-N-メチルアミン、N-(3-アミノフェニル)-4-アミノベンズアミド、2, 4-ビス-(β -アミノ- τ -ブチル)トルエン、ビス-(p - β -アミノ- τ -ブチルフェニル)エーテル、ビス-(p - β -メチル- γ -アミノ-ベンチル)ベンゼン、ビス- p -(1, 1-ジメチル-5-アミノベンチル)ベンゼン、ヘキサメチレンジアミン、ヘプタメチレンジアミン、オクタメチレンジアミン、ノナメチレンジアミン、デカメチレンジアミン、デトラメチレンジアミン、プロピレンジアミン、3-メチ

ルヘプタメチレンジアミン、4, 4'-ジメチルヘプタメチレンジアミン、2, 11-ジアミノドデカン、1, 2-ビス-(3-アミノプロポキシ)エタン、2, 2-ジメチルプロピレンジアミン、3-メトキシ-ヘキサメチレンジアミン、2, 5-ジメチルヘキサメチレンジアミン、2, 5-ジメチルヘプタメチレンジアミン、5-メチルノナメチレンジアミン、2, 17-ジアミノアイコサデカン、1, 4-ジアミノシクロヘキサン、1, 10-ジアミノ-1, 10-ジメチルデカン、1, 12-ジアミノオクタデカン、などが挙げられ、2種類以上を混合して用いてもよい。

【0032】ジアミンの一部としては、シリコンジアミンを使用してもよい。シリコンジアミンとしては、1, 3-ビス(3-アミノプロピル)-1, 1, 1-テトラフェニルジシロキサン、1, 3-ビス(3-アミノプロピル)-1, 1, 1-テトラメチルジシロキサンなどがある。シリコンジアミンを使用するときは、これらは、ジアミンの総量に対して、0.1~10モル%使用するのが好ましい。上記のテトラカルボン酸二無水物およびジアミンは二種以上を併用してもよい。ポリイミド系樹脂の前駆体溶液として、感光性を有するものを使用することもできる。

【0033】ポリイミド前駆体溶液は、スピナあるいは印刷などによる方法により基板表面上に塗布され、最終温度200~400℃で熱処理し硬化されてフッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜とされる。フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜の厚さは、ポリイミド前駆体溶液の濃度、粘度、スピナの回転数などを変えることにより所定の厚さに制御する。

【0034】フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜の厚さは、10μm以下であることが好ましい。10μmを超えると、フッ素を含まない樹脂被膜及びフッ素を含むポリイミド系樹脂被膜の樹脂皮膜全体の厚みが大となり、基板との膨張係数の差に基づく応力によるそりが発生しやすくなる。また樹脂皮膜全体の厚みの均一性が達成されにくくなる。フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜の厚さは、1.0μm以下であることがより好ましい。フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜の厚さは、その上に形成されるフッ素を含むポリイミド系樹脂被膜を用いて製造された光導波路の構成によって最適に選択されなければならない。すなわち、フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜の上が直接コア(光導波層)となるような光導波路を形成する場合や、フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜とコアとが近接して構成された光導波路を形成する場合(フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜とコアとの間に位置するクラッド層の厚さが薄い場合)などは、フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜が光損失増大の要因となるため、フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜の厚さを薄くすることが好ましい。具

体的な厚さは、基板、フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜、フッ素を含むポリイミド系樹脂被膜で形成されたクラッド、コアの屈折率、及び、それぞれの高さ、幅などを考慮して決定されるべきであるが、一般には伝送路である光ファイバとの整合性を考慮し、フッ素を含むポリイミド系樹脂皮膜からなる光導波路のコアのサイズは10 μm前後とすることが多く、同導波路を伝播する光に対しての損失を十分に低減するためには、フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜の厚さは、コア層の1/10以下にすることが望ましく、先の例の場合には1.0 μm以下とすることがより好ましい。さらにより好ましくは、0.5 μmである。

【0035】ポリイミド前駆体溶液は、スピナあるいは印刷などによる方法により基板表面上に塗布され、最終温度200～400℃で熱処理し硬化されてフッ素を含むポリイミド系樹脂被膜とされる。フッ素を含むポリイミド系樹脂被膜は、必要に応じて公知の方法により、エッチング、あるいは、光を含む電磁波や電子線を含む粒子線の照射によって光導波路を形成することができる。光導波路を形成するにあつては、公知の方法により、光導波路を形成するにあつては、公知の方法により、複数の被膜から構成された光導波路とすることができる。

【0036】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例によって限定されるものではない。

実施例1

(有機ジルコニウム化合物溶液の調製) 有機ジルコニウム化合物溶液として、トリプトキシアセチルアセトネートジルコニウムをブタノールに溶解して、1重量%の溶液を調合した。

(フッ素を含まないポリイミド前駆体溶液の調製) フッ素を含まないポリイミド前駆体溶液は、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル35.33 g及び4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル-3-カルボンアミド4.7 gをN-メチル-2-ピロリドン528.3 gに溶解した後に、3, 3', 4, 4'-ペンソフエノンテトラカルボン酸二無水物31.69 g及びピロメリット酸二無水物21.44 gを添加し、室温で6時間攪拌することにより得た。

(フッ素を含むポリイミド前駆体溶液の調製) フッ素を含むポリイミド前駆体溶液は、2, 2-ビス(4-アミノフェニル)ヘキサフルオロプロパン21.47 gをN, N-ジメチルアセトアミド450 gに溶解した後に、2, 2'-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)キサフルオロプロパン酸二無水物28.53 gを添加し、室温で20時間攪拌することにより得た。

(有機ジルコニウム化合物の被膜の形成) 基板は、表面に2 μm厚のSiO₂膜を形成した5インチのシリコンウエハを使用した。基板上に上記の有機ジルコニウム化

合物溶液を滴下しスピン塗布(3000 rpm/30秒)を行った後にホットプレート(200℃/5分)で乾燥して有機ジルコニウム化合物の被膜(膜厚約200 Å)を形成した。

(フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜の形成) その上に上記フッ素を含まないポリイミド前駆体溶液を滴下しスピン塗布(2000 rpm/30秒)を行った後にオーブン(100℃/30分+200℃/30分+350℃/60分)で硬化してフッ素を含まないポリイミド膜を形成した。

(フッ素を含むポリイミド系樹脂被膜の形成) 次に、その上に上記フッ素を含むポリイミド前駆体溶液を滴下しスピン塗布(2000 rpm/30秒)を行った後にオーブン(100℃/30分+200℃/30分+350℃/60分)で硬化してフッ素を含むポリイミド膜を形成した。

【0037】比較例1

比較例として、有機ジルコニウム化合物の被膜並びにフッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜を形成しないで、基板上に直接フッ素を含むポリイミド被膜を同じ条件で形成した試料を作製した(図9)。

【0038】比較例2

比較例として、有機ジルコニウム化合物の被膜を形成しないで、基板上にフッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜のみを形成し、次に、フッ素を含むポリイミド被膜を同じ条件で形成した試料を作製した(図10)。

【0039】比較例3

比較例として、基板上に有機ジルコニウム化合物の被膜のみを形成した後、フッ素を含まないポリイミド系樹脂被膜を形成せずに、直接フッ素を含むポリイミド被膜を同じ条件で形成した試料を作製した(図11)。

【0040】(接着性評価) 接着性の試験は、JIS K 5400の基盤目試験法に準じて、ポリイミド膜をカッターナイフにより1×1 mmの正方形100個に切りその部分にセロハンテープを密着させた後に引き剥がし、テープ剥離後の接着残数により評価した。また、水分による接着性の低下を調べるために、プレッシャークリッカーテスト(121℃、2気圧)を行った。接着性評価結果を図1に示す。実施例においては何れの比較例に比べても接着性が向上することが示される。

【0041】第2図に本発明の他の実施例に係る埋込型のポリマー光導波路を示す。本発明の光導波路は、基板1とクラッド層2の間に有機ジルコニウム化合物の被膜4とフッ素を含まない樹脂層5を有している。フッ素を含まない樹脂層5には、基板と密着性の高い任意のポリマーを使用することができる。例えばクラッド層2にフッ素化ポリイミド樹脂を用いた場合には、フッ素を含まない樹脂層5にはフッ素を含まないポリイミドを用いれば基板との密着性が向上する。分子構造中にSi原子を有してシリコンやSiO₂と強い自己接着性を持つポリ

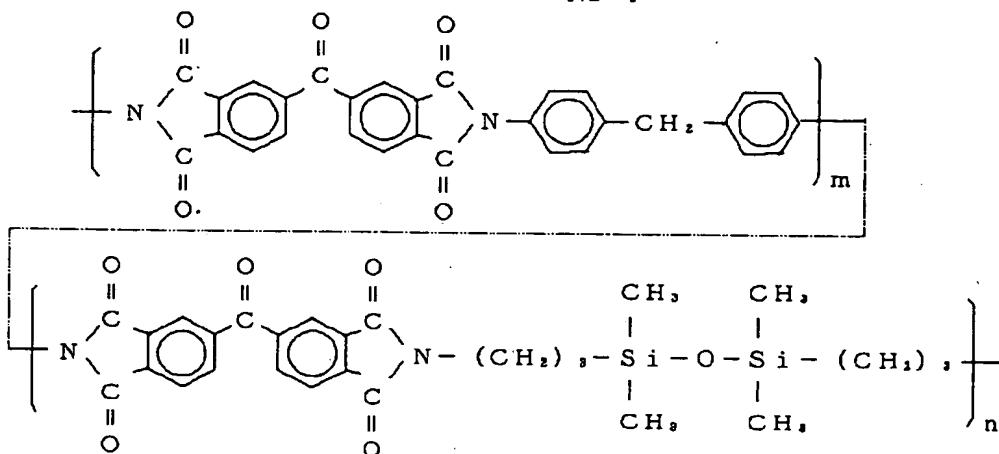
イミドシリコーン樹脂をフッ素を含まない樹脂層5に用いても良い。また、フッ素を含有しないアクリル系樹脂や、フッ素を含有していないポリカーボネート系樹脂をフッ素を含まない樹脂層5に用いても良い。

【0042】次に、第2図を用いて本発明の具体的な実施方法について説明する。まず、シリコン基板1上有機ジルコニウム化合物の被膜4を形成し、次に、ポリイ

ミドシリコーン樹脂の前駆体であるポリアミド酸のN,N-ジメチルアセトアミド溶液をスピンドルにより塗布・ペークしてポリイミドシリコーン樹脂からなるフッ素を含まない樹脂層5(厚さ1.5μm)を形成する。ポリイミドシリコーン樹脂として、ここでは構造式

【0043】

【化1】

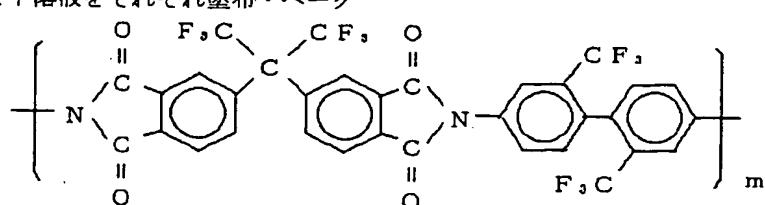


で示されるベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物(BTDA)とメチレンジアニリン(MDA)及びビス-4-アミノプロピルテトラメチルジシロキサン(GAPD)との重合生成物を使用した。更に2種類のフッ素化ポリイミド樹脂A, Bの前駆体でポリアミド酸のN,N-ジメチルアセトアミド溶液をそれぞれ塗布・ペー

クして、ポリイミドAからなるクラッド層2(厚さ10μm)とコア層3(厚さ7μm)を形成する。フッ素化ポリイミドAは構造式

【0044】

【化2】

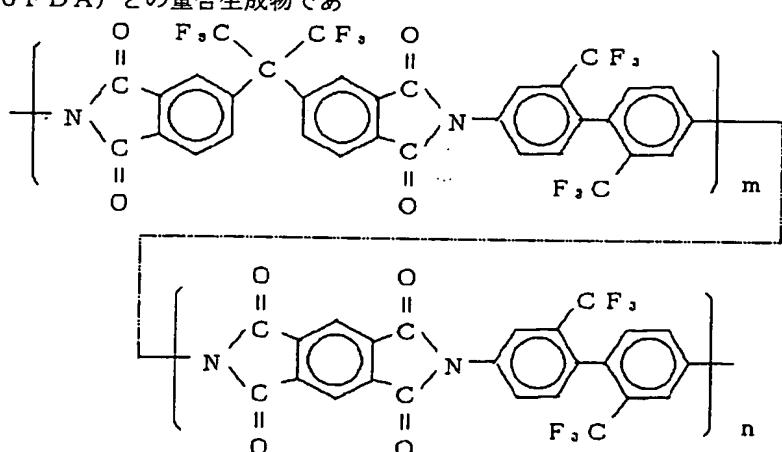


で表される2,2'-ビス(トリフルオロメチル)-4,4'-ジアミノビフェニル(TFDB)と2,2'-ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)ヘキサフルオロブロパン二無水物(6FDA)との重合生成物であ

る。また、フッ素化ポリイミド樹脂Bは構造式

【0045】

【化3】



で表されるTFDBと6FDA及びピロメリット酸二無

水物(PMDA)との重合生成物であり、コア層3の屈

折率がクラッド層2の屈折率より約0.3%大きくなるように6FDAとPMDAの割合(すなわちmとnの割合)を4:1とした。次に、酸素の反応性イオンエッチングによってコア層3の一部を除去して導波路パターンを形成し、フッ素化ポリイミド樹脂Aの前駆体であるポリアミド酸のN,N-ジメチルアセトアミド溶液を塗布・ペークして更にクラッド層(厚さ10μm)を設けた。作製した光導波路の伝搬損失は、波長1.3μmにおいて、0.3dB/cmであった。これは、同じフッ素化ポリイミド樹脂を用いて作製した従来の光導波路(図9)と同等の小さな値である。作製した光導波路のプレッシャークッカー試験を行ったところ、従来の光導波路(第9図)、フッ素を含まない樹脂層のみを有する光導波路(第10図)、有機ジルコニウム化合物の被覆のみを有する光導波路(第11図)では、クラッド層2と基板1との間で剥離を生じたのに対して、本発明の有機ジルコニウム化合物の被膜とフッ素を含まない樹脂層とを有する素子では剥離が見られず、密着性の向上及び長期信頼性の向上が確認できた。上記説明は、特に埋込型の光導波路をエッチングを用いて作製する場合について説明したが、本発明は上部クラッド層の無いリッジ型の光導波路についても第3図に示すように同様に実施することができる。また、コア層に感光性のポリマーを用いてその一部に光を照射して屈折率を小さくすることを用いて作製する埋込型の光導波路についても図4に示すように同様に実施できる。また、コア層に前記とは異なる感光性のポリマーを用いてその一部に光を照射して屈折率を大きくすることを用いて作製する埋込型の光導波路についても第5図に示すように同様に実施できる。更に、基板及び基板の表面の材質はSiO₂、石英、SiN_x等の他のいかなる無機材料であっても同様の効果が期待できる。

【0046】本発明の実施例に係るポリマー光集積回路の一例である光スイッチを図6(a)(b)に示す。本1×4光スイッチは、導波路上に薄膜ヒータ電極10を有し、該ヒータにより導波路を加熱して屈折率を変化させることによって光路の切り替えを行う。本光スイッチは以下のプロセスで作製した。まず、前実施例と同様にシリコン基板1上に有機ジルコニウム化合物の被膜4を形成し、次に、ポリイミドシリコーン樹脂前駆体のポリアミド酸のN,N-ジメチルアセトアミド溶液、及び、フッ素化ポリイミド樹脂A、Bの前駆体ポリアミド酸のN,N-ジメチルアセトアミド溶液をそれぞれ順次塗布・ペークすることによりポリイミドシリコーン樹脂からなるフッ素を含まない樹脂層5(厚さ1.5μm)、フッ素化ポリイミド樹脂Aからなる下部クラッド層2(厚さ10μm)、フッ素化ポリイミド樹脂Bからなるコア層3(厚さ7μm)を積層する。次に酸素の反応性イオンエッチングを用いてコア層の一部を除去して、導波路パターン(分岐構造を含む)を形成する。次に、フッ素

化ポリイミド樹脂Aの前駆体であるアミド酸溶液を塗布・ペークしてフッ素化ポリイミド樹脂Aからなる上部クラッド層2'を形成し、Cr薄膜ヒータ10を設ける。最後に素子端面に光を出入するための光ファイバ11(計5本)を接着した。作製した光スイッチの挿入損失は約4dBであり、各ヒータに約40mWの電力を与えることにより、消光比20dB以上でスイッチングした。また、ヒータ電流のON・OFFを1万回以上繰り返しても、ポリマーが基板から剥がれることは無かつた。これに対して、有機ジルコニウム化合物の被膜及びフッ素を含まない樹脂層を有しない従来の素子ではヒータ電流のON・OFFにより、ポリマー導波路が基板から剥離した。作製した1×4光スイッチを組み合わせて4×4光スイッチ(図7)を構成した。

【0047】この4×4の光スイッチを各局に設置して光通信装置を構成した(図8)。本光通信装置は、通常、局Aと局B、局Bと局C、局Cと局Aがそれぞれ再短距離の光ファイバ1本を用いて通信を行っている。しかし、例えば局Aと局Bの間で光ファイバが断線した場合には、各局の光スイッチを切り替えることにより局Aと局Bの間の通信を、局Aと局Cの間のファイバ、局Cの光スイッチ、局Cと局Bの間のファイバを介して行うことができる。本来光通信装置は長期に渡って正常に動作した。

【0048】以上の実施例により、基板との密着性が高く信頼性が高いポリマー光導波路、光集積回路、光モジュールを提供できる。また、それらを用いて光通信装置を構成することにより信頼性の高い光通信装置を提供できる。本発明の実施例では、基板との密着性が高く信頼性が高いポリマー光導波路、光集積回路、光モジュールを提供できる。また、それらを用いて光通信装置を構成することにより信頼性の高い光通信装置を提供できるので、産業上の利用価値はきわめて大きい。

【0049】

【発明の効果】本発明によれば、基板に対するフッ素を含むポリイミド膜の接着性を上げ、光学素子の信頼性を向上させることができ、基板との密着性が高く信頼性が高いポリマー光導波路、光集積回路、光モジュールを提供できる。それらを用いて光通信装置を構成することにより信頼性の高い光通信装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例および比較例の接着性試験の結果を示すグラフ。

【図2】本発明の他の実施例に係る埋込型のポリマー光導波路の斜視図。

【図3】上部クラッド層の無いリッジ型の光導波路の斜視図。

【図4】埋込型の光導波路の斜視図。

【図5】他の埋込型の光導波路の斜視図。

【図6】ポリマー光集積回路の一例である光スイッチの

平面図及びA-A'断面図。

【図7】光スイッチの構成を説明する平面図。

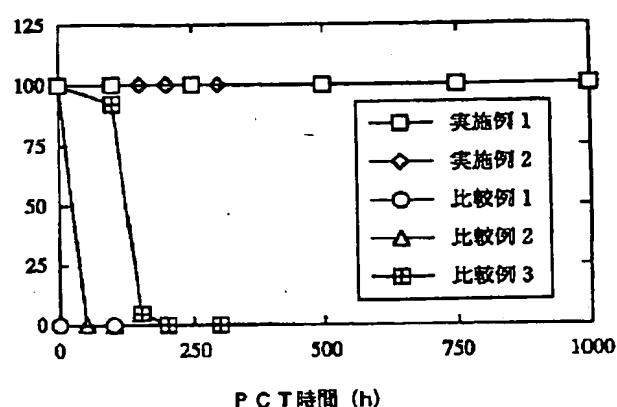
【図8】光通信装置の構成を説明する平面図。

【図9】従来の光導波路の斜視図。

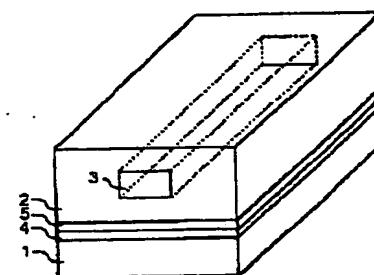
【図10】フッ素を含まない樹脂層のみを有する光導波路の斜視図。

【図11】有機ジルコニウム化合物の被覆のみを有する光導波路の斜視図。

【図1】

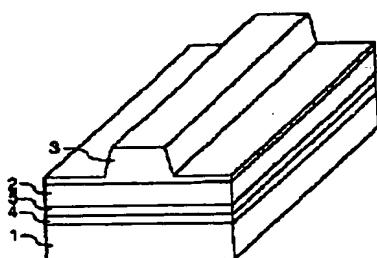


【図2】

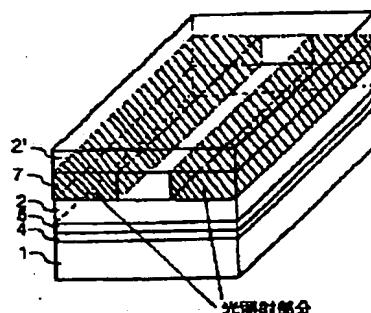


1: 基板
2: クラッド層
3: コア層
4: 有機ジルコニウム化合物の被覆
5: フッ素を含まない樹脂層

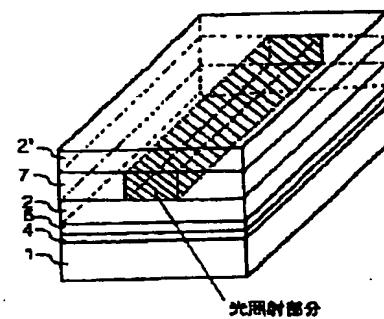
【図3】



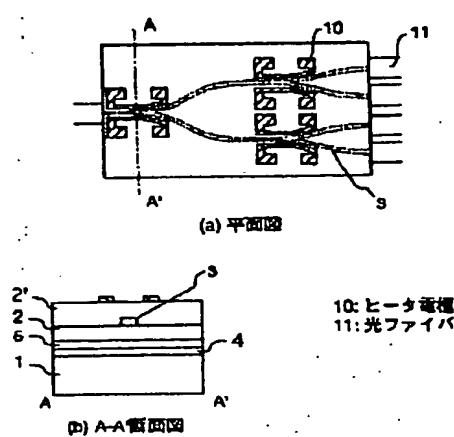
【図4】



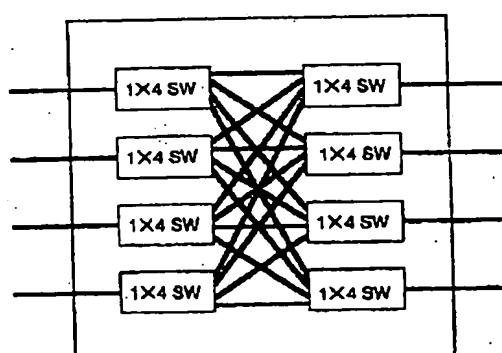
【図5】



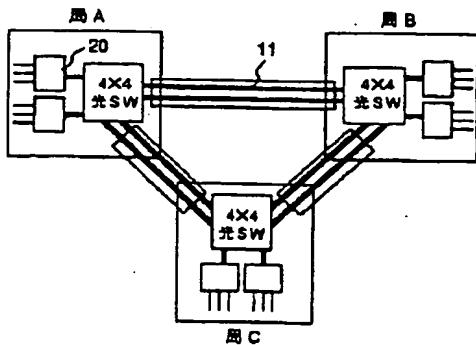
【図6】



【図7】

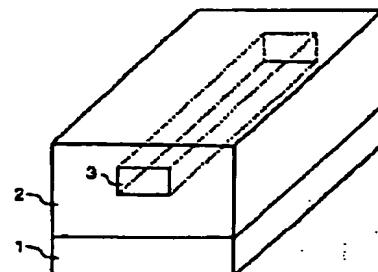


【図8】

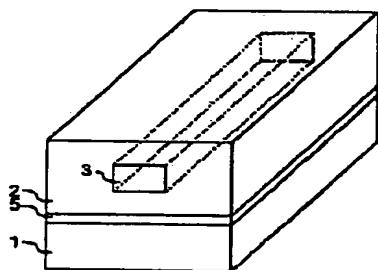


20: 光伝送装置

【図9】

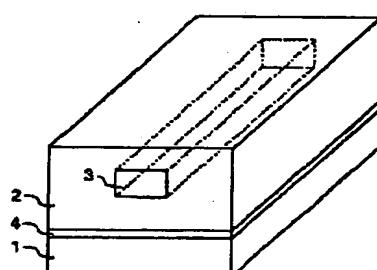


【図10】



1: 基板
2: クラッド層
3: コア層
5: フッ素を含まない樹脂層

【図11】



1: 基板
2: クラッド層
3: コア層
4: 有機シリコニウム化合物の被膜

フロントページの続き

(72) 発明者 高橋 亨

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社総合研究所内

(72) 発明者 本田 裕

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社総合研究所内

(72) 発明者 鯉渕 滋

茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社山崎事業所内

(72) 発明者 井戸 立身

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 辻 伸二

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 長良 高光

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
日立超L S I エンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 2H047 KA04 KA05 KA12 LA00 LA12

PA02 PA21 PA24 PA28 QA05

QA07 RA00 TA00

2K002 AA02 AB04 BA13 CA06 CA30

DA08 EA04 GA10 HA11

2K009 BB01 CC32 DD01 EE00